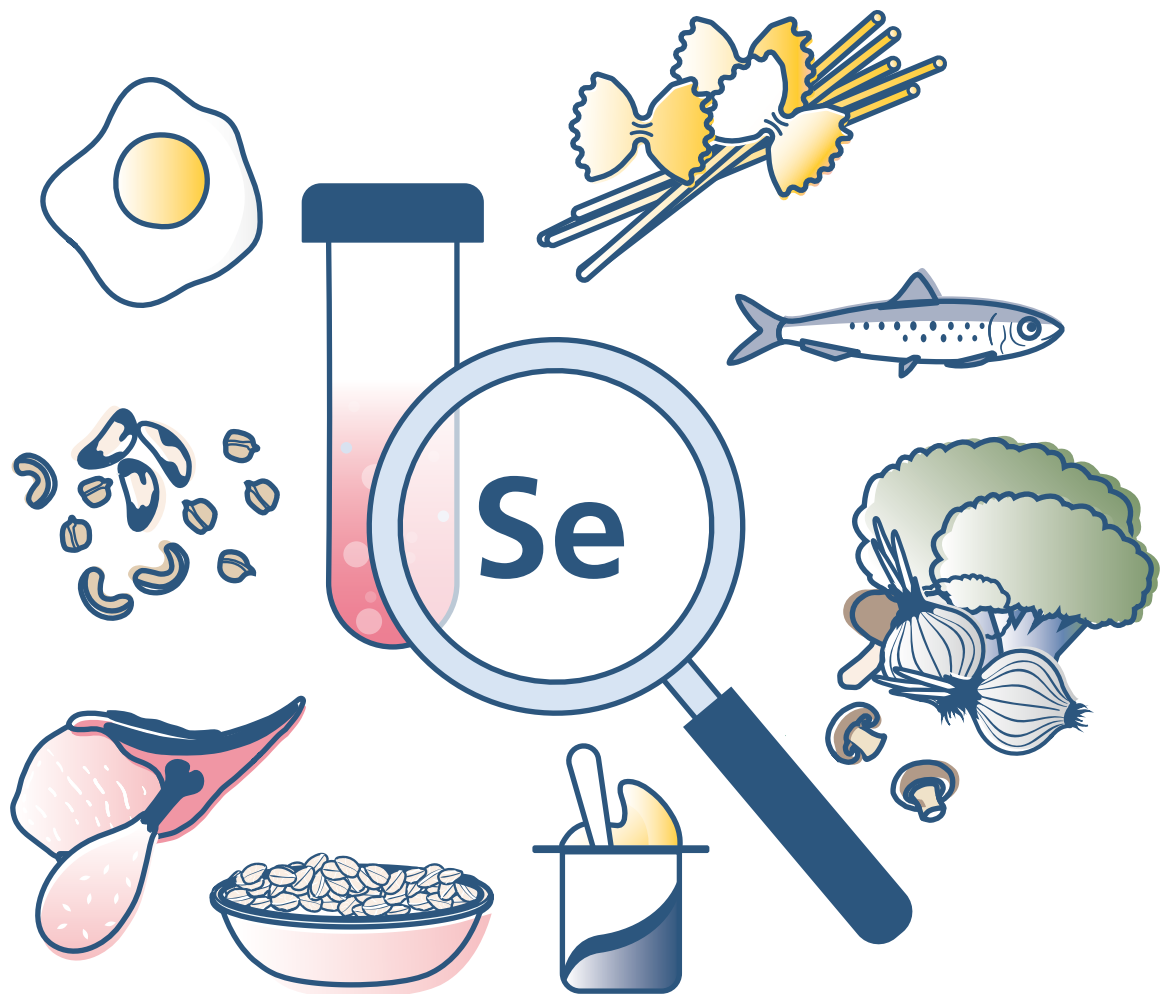


Schweizer Ernährungsbulletin 2023

# Selen: Status der Schweizer Bevölkerung und Einfluss einer vegetarischen und veganen Ernährung



# Inhalt

## Selen: Status der Schweizer Bevölkerung und Einfluss einer vegetarischen und veganen Ernährung

Zusammenfassung	3
Schlüsselwörter	4
<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2 Methodik</b>	<b>6</b>
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>7</b>
3.1 Aktueller Status und Entwicklung seit 1993	7
3.2 Bewertung der Selenzufuhr	8
3.3 Auswirkungen einer vegetarischen und veganen Ernährung	8
<b>4 Diskussion</b>	<b>12</b>
4.1 Selenstatus der Schweizer Bevölkerung	12
4.2 Auswirkungen einer vegetarischen und veganen Ernährung	12
<b>5 Schlussfolgerung</b>	<b>12</b>
Referenzen	14

# Selen: Status der Schweizer Bevölkerung und Einfluss einer vegetarischen und veganen Ernährung

—  
Céline Fragnière Rime

## Zusammenfassung

Selen ist ein Spurenelement, das vor allem über die Ernährung aufgenommen wird. Seit über 25 Jahren wird regelmässig überprüft, ob die Schweizer Bevölkerung ausreichend mit Selen versorgt ist. Unterstützt durch die Motion Bourgeois wurde zur Fortsetzung dieses Monitorings eine neue Studie lanciert.

Der Selenstatus der Schweizer Bevölkerung wurde 2019 bei einem Kollektiv von gesunden Erwachsenen ermittelt, bei denen die Selenkonzentration im Blutserum gemessen wurde. Mit einer durchschnittlichen Selen-Serumkonzentration von  $98 \pm 12 \mu\text{g/l}$  ( $n=700$ ) erwies sich der Status der Schweizer Bevölkerung im Vergleich zu den Ergebnissen früherer Studien aus den Jahren 1993 und 2006 als stabil. Die geschätzte Nährstoffzufuhr wird als angemessen beurteilt, und die Werte entsprechen den von der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE) herausgegebenen Empfehlungen. Die Prävalenz einer unzureichenden Selenzufuhr wird auf  $<2\%$  für Männer und  $<5\%$  für Frauen geschätzt.

Mit dem Ziel, entsprechende Daten zu den Bevölkerungsgruppen mit vegetarischer und veganer Ernährung zu sammeln, wurde ein zweites Kollektiv (n = 107) von Personen mit diesen Ernährungsformen rekrutiert. Während der Selen-Status der Vegetarierinnen und Vegetarier in Bezug auf Wert und Verteilung mit der Schweizer Gesamtbevölkerung vergleichbar ist, weisen die bei den veganen Teilnehmenden gemessenen Werte ein atypischeres Profil auf. Sie deuten darauf hin, dass bei Personen, die sich ohne spezifische Nahrungsergänzung vegan ernähren, die Gefahr von Mangelerscheinungen besteht, weshalb gezielte Empfehlungen für diese Personengruppe sinnvoll sind.

#### Schlüsselwörter

Selen, Status, Biomonitoring, Nährstoffaufnahme, Schweiz, vegetarisch, vegan

## 1. Einleitung

Selen ist für alle Lebewesen ein lebenswichtiges Element. Auch wenn es nur in sehr kleinen Mengen vorkommt, ist es dennoch essentiell. Selen ist am Stoffwechsel der Schilddrüsenhormone beteiligt und unerlässlich für die Aktivität der Glutathionperoxidase, ein Enzym, das die Zellen vor den Folgen von oxidativem Stress schützt. Es hat eine stimulierende Wirkung auf das Immunsystem und unterstützt den Körper allgemein bei Abwehrreaktionen<sup>1</sup>. Selen kann auch vorbeugend gegen bestimmte Herz-Kreislauf-Erkrankungen wirken. Ein Selenmangel kann zu Muskelschwäche und chronischen Entzündungen führen<sup>2</sup>. In der Schweiz liegt die empfohlene Tagesdosis für Erwachsene bei 70 µg<sup>3</sup>.

Für den Menschen ist die Ernährung die wichtigste Quelle für Selen. Selen kommt im Boden vor und gelangt je nach Bioverfügbarkeit über die Pflanzen in die Nahrungskette<sup>4</sup>. Bestimmte Lebensmittel weisen einen hohen Selengehalt auf, insbesondere Paranüsse (eine Nuss kann zwischen 11 % und 288 % der empfohlenen Nährstoffzufuhr liefern) und in gewisser Masse auch Steinpilze, Spargeln und Kohl<sup>2, 5</sup>. Der Selengehalt

kann je nach Herkunft der Lebensmittel stark variieren. In Schweizer Böden ist der Selengehalt im Vergleich zu anderen Ländern gering. Folglich hat der Import von Lebensmitteln einen signifikanten Einfluss auf die Selenversorgung der Schweizer Bevölkerung.

Die Selenkonzentration ist in tierischen Lebensmitteln besonders hoch und hängt von den verwendeten Futtermitteln für die Tiere ab. Da Selen den Futtermitteln zugesetzt wird, sind Lebensmittel wie Fleisch, Eier und Milchprodukte zuverlässige Quellen<sup>6,7</sup>.

Studien der Jahre 1993 und 2006 haben gezeigt, dass die Selenzufuhr der Schweizer Bevölkerung ausreichend ist<sup>8,9</sup>. Veränderte Warenströme und neue Ernährungsgewohnheiten können jedoch die Versorgung dieses Spurenelements beeinträchtigen. In einer neueren Studie wurde ausserdem darauf hingewiesen, dass als Folge des Klimawandels weltweit eine kontinuierliche Abnahme von Selen in den Böden durch Auswaschung auftritt, insbesondere in landwirtschaftlichen Gebieten<sup>10</sup>.

Als Reaktion auf diese Bedenken, die das Parlament mit der Motion Bourgeois 18.3828<sup>11</sup> äusserte, wurde ein neues Biomonitoring-Programm initiiert, um den aktuellen Selenstatus der erwachsenen Bevölkerung in der Schweiz zu ermitteln.

Besondere Aufmerksamkeit wurde auch der Selenversorgung von Personen gewidmet, die sich vegetarisch (ohne Fleisch, aber mit Eiern und/oder Milch) oder vegan (ohne jegliche tierische Produkte) ernähren. Diese Ernährungsformen finden in der Bevölkerung immer mehr Anklang. In der Schweiz dürfte sich 2022 schätzungsweise jede zwanzigste Person vegetarisch oder vegan ernährt haben<sup>12</sup>. Da diese Personen weniger oder gar keine tierischen Lebensmittel zu sich nehmen, ist das Risiko eines Selenmangels in dieser Bevölkerungsgruppe höher. Die Messung der Selenkonzentration im Blutserum ist ein aussagekräftiger Indikator für einen möglichen Einfluss dieser Ernährungsformen auf den Selenstatus und die Selenzufuhr.

Die so gesammelten Daten sind eine wichtige Wissensgrundlage für eine allfällige Anpassung der Empfehlungen an die Bevölkerung und für gesundheitspolitische Massnahmen.

## 2. Methodik

Der Selenstatus der Schweizer Bevölkerung wurde 2019 mittels Serummessungen bei einem Kollektiv von 700 gesunden Erwachsenen erhoben. Diese Personen wurden in vier regionalen Blutspendezentren des Schweizerischen Roten Kreuzes (Neuchâtel/Jura, Aargau/Solothurn, Zürich und Tessin) rekrutiert, wobei die Blutspenderinnen und Blutspender bezüglich der Gesundheitsparameter wie dem Selenstatus als ausreichend repräsentativ für die erwachsene Allgemeinbevölkerung<sup>9</sup> gelten. Bei der Rekrutierung wurde in jedem Blutspendezentrum auf ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis (50 % Männer und 50 % Frauen) sowie auf eine ausgewogene Altersverteilung (Altersgruppen zwischen 18 bis über 65 Jahren) geachtet.

Das Studienprotokoll wurde von der Kantonalen Ethikkommission Bern genehmigt [Nr. 2018-02137]. Die Serumproben wurden wie in den beiden vorangehenden Studien in den Blutspendezentren aus dort gesammelten Blutproben vorbereitet. Sie wurden mit einem Code versehen, bei -20°C gelagert und dann zur Analyse an das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) geschickt. Um die Schwankungen bei den einzelnen Personen zu berücksichtigen, wurde bei 25 % der Teilnehmenden eine zweite Probe 3 bis 9 Monate nach der ersten Probe entnommen.

Parallel dazu wurden Serumproben von 107 gesunden Erwachsenen im Alter von 20 bis 69 Jahren entnommen, die seit mindestens einem Jahr dauerhaft im Kanton Waadt wohnhaft waren und sich seit mindestens einem Jahr vegetarisch oder vegan ernährten. Die gezielte Rekrutierung dieser Teilnehmenden erfolgte durch das Centre universitaire de médecine générale et santé publique, Lausanne (Unisanté) im Rahmen eines Unterprojekts der «Schweizer Gesundheitsstudie»<sup>13</sup>. Es wurde ein spezifischer Fragebogen zu den Häufigkeiten des Konsums von Nahrungsmitteln verwendet, mit dem umfassende Informationen über die Ernährungsgewohnheiten und die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln der Teilnehmenden gesammelt wurden. Die Vorbereitung und Bereitstellung der Serumproben entsprach derjenigen der Blutspendezentren.

Die Analyse des Selengehalts der Serumproben erfolgte im Labor für anorganische Chemie des BLV mithilfe einer spezifischen Methode. Die Proben wurden unter Druck in saurem Milieu mineralisiert und anschliessend mittels ICP-MS/MS (Inductively Coupled Plasma - Tandem Mass Spectrometry) analysiert. Diese Technologie ermöglicht eine hochempfindliche Selenanalyse ohne Interferenzen<sup>14</sup>. Die Quantifizierung erfolgte durch externe Kalibrierung, wobei Tellur als interner Standard verwendet wurde,

um Matrixeffekte und Verstärkungseffekte durch Kohlenstoff zu korrigieren<sup>15</sup>. Mit der Analyse von zertifizierten Referenzmaterialien wurde die Genauigkeit und Korrektheit dieser Methode bestätigt. Um die gesammelten Proben möglichst umfassend zu nutzen, wurden sie parallel für Studien zum Zinkstatus<sup>16</sup> und zum Gehalt an Mykotoxinen<sup>17</sup> verwendet.

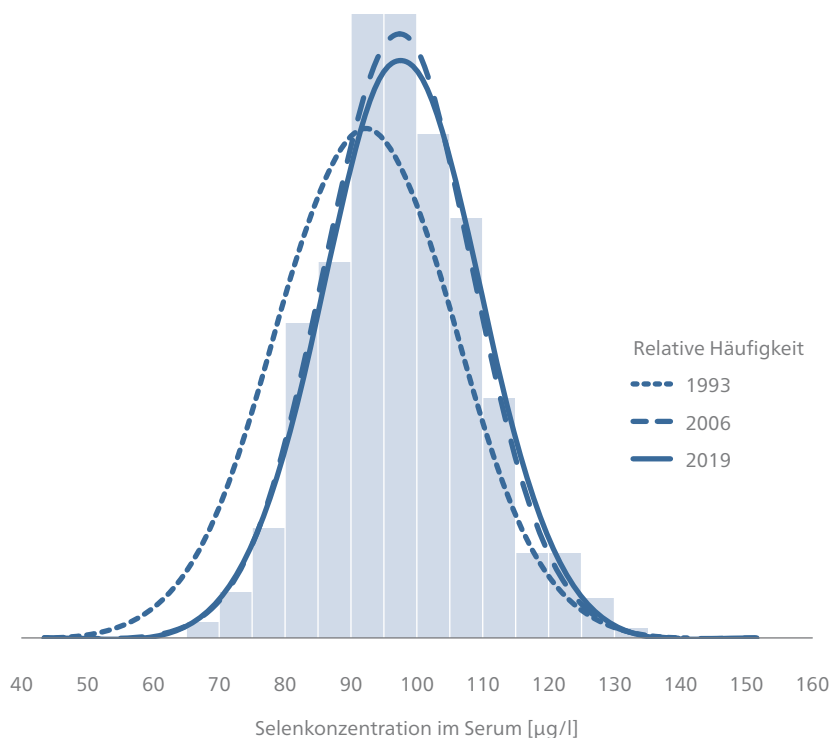
Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit deskriptiven Analysen, mit dem Chi-Quadrat-Test zur Überprüfung der Übereinstimmung der gemessenen Werte mit den theoretischen Verteilungen und mit der Varianzanalyse (ANOVA), wobei der statistische Signifikanzwert bei  $p < 0,05$  festgelegt wurde.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Aktueller Status und Entwicklung seit 1993

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Selenkonzentrationen im Serum des Blutspenderkollektivs ( $n=700$ ). Die gemessenen Werte liegen zwischen 64 und 136  $\mu\text{g/l}$  und folgen einer Normalverteilung (Chi-Quadrat-Test). Mit einer durchschnittlichen Serumkonzentration von  $98 \pm 12 \mu\text{g/l}$  ist der Status mit früheren Studien aus den Jahren 1993 und 2006 ( $93 \pm 15 \mu\text{g/l}$  bzw.  $98 \pm 13 \mu\text{g/l}$ ) vergleichbar und damit stabil<sup>8,9</sup>.

Abbildung 1:  
Histogramm der Selenkonzentrationen im Serum mit an die gemessenen Werte angepasster Normalverteilungskurve. Die gestrichelten Linien zeigen die Verteilungen bei den beiden früheren Studien von 1993 und 2006.



Für die Frauen lag die durchschnittliche Serumkonzentration bei  $97 \pm 13 \mu\text{g/l}$  ( $n=334$ ), für die Männer bei  $99 \pm 12 \mu\text{g/l}$  ( $n=366$ ). Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ) und wurde bereits in der vorhergehenden Studie beobachtet<sup>9</sup>. Diese Beobachtung ist hauptsächlich durch eine höhere Gesamtnahrungsaufnahme der Männer zu erklären.

Die Abhängigkeit des Selenstatus von der Altersgruppe und Sprachregion wurde ebenfalls mittels Varianzanalyse (ANOVA) bewertet. Dabei wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt.

### 3.2 Bewertung der Selenzufuhr

Die gemessene Serumkonzentration lässt sich mittels linearer Regression signifikant mit der geschätzten Selenzufuhr korrelieren<sup>18</sup>. Auf der Grundlage der Arbeiten von Haldimann et al.<sup>8</sup> und Jenny-Burri et al.<sup>6</sup> wurde dieser lineare Zusammenhang mit Daten aus weiteren Studien<sup>19–35</sup> ergänzt. Die durchschnittliche tägliche Zufuhr wurde so auf  $67 \pm 13 \mu\text{g Se/Tag}$  für Frauen und  $70 \pm 12 \mu\text{g Se/Tag}$  für Männer geschätzt.

Für die eingehendere Interpretation dieser Werte wurde die Methode eines Schwellenwerts für den geschätzten durchschnittlichen Bedarf (EAR cut-point method) gewählt<sup>36</sup>. Mit dieser Methode wird der Anteil der Personen in einer Gruppe ermittelt, deren übliche Nährstoffzufuhr unter dem geschätzten durchschnittlichen Bedarf (Estimated Average Requirement, EAR) liegt. Für den durchschnittlichen Bedarf von Selen wurde sowohl für Männer als auch für Frauen ein Wert von  $45 \mu\text{g/Tag}$  festgelegt, wobei als Kriterium eine maximale Plasmaaktivität der Glutathionperoxidase angewendet wird<sup>36</sup>. Entsprechend liegt die Prävalenz einer unzureichenden Selenaufnahme in der Bevölkerung bei  $< 2 \%$  für Männer und  $< 5 \%$  für Frauen.

### 3.3 Auswirkungen einer vegetarischen und veganen Ernährung

Für dieses spezifische Kollektiv wurden 48 Personen mit veganer und 59 Personen mit vegetarischer Ernährung rekrutiert. Es handelte sich um Männer und Frauen im Alter von 19 bis 66 Jahren, die sich seit einem Zeitraum zwischen einem Jahr und 22 Jahren vegetarisch oder vegan ernähren. Im Gegensatz zum Blutspenderkollektiv war die Alters- und Geschlechterverteilung nicht gleichmässig: Die Mehrheit der Teilnehmenden war unter 35 Jahre alt (70 %) und weiblich (73 %). Dies entspricht der aktuellen Situ-



ation in der Schweiz, da sich hauptsächlich jüngere Personen und eher Frauen für eine vegetarische oder vegane Ernährung entscheiden <sup>12</sup>.

Von den 107 rekrutierten Personen nehmen 75 % regelmässig Nahrungsergänzungsmittel ein, aber nur 25 % der Personen solche, die Selen enthalten (Selensupplementierung).

Die bei diesem Kollektiv gemessenen Selenkonzentrationen im Serum sind in Tabelle 1 aufgeführt. Aufgrund der ungleichmässigen Schichtung der Teilnehmenden ist die Anzahl der Personen pro Kategorie nicht gross genug, um eine detaillierte statistische Modellierung oder Analyse vorzunehmen. Es lassen sich jedoch einige Trends erkennen.

Tabelle 1 : Selenkonzentrationen im Serum, nach Geschlecht und nach vegetarischer/veganer Ernährung, mit und ohne Selensupplementierung.

	Ernährungsform	n	Serumkonzentration Selen (Median)	Serumkonzentration Selen (Durchschnitt)*	Vertrauensintervall**	Min-Max
<b>Teilnehmerkollektiv ohne Selensupplementierung</b>						
	Frauen Vegetarisch	49	<b>94 µg/l</b>	96 ± 13 µg/l	4	72-142
	Männer Vegetarisch	6	<b>92 µg/l</b>	95 ± 17 µg/l	14	77-124
	Femmes Vegan	16	<b>80 µg/l</b>	86 ± 17 µg/l	8	62-127
	Männer Vegan	10	<b>93 µg/l</b>	93 ± 16 µg/l	10	62-119
<b>Teilnehmerkollektiv mit Selensupplementierung</b>						
	Frauen Vegetarisch	3	<b>108 µg/l</b>	105 ± 11 µg/l	12	93-114
	Männer Vegetarisch	1	<b>156 µg/l</b>	156 µg/l	-	-
	Frauen Vegan	10	<b>140 µg/l</b>	134 ± 23 µg/l	14	96-163
	Männer Vegan	12	<b>116 µg/l</b>	120 ± 24 µg/l	14	83-154
<b>Schweizer Bevölkerung auf der Basis des Blutspenderkollektivs</b>						
	Frauen k.A.	334	<b>96 µg/l</b>	97 ± 13 µg/l	1	69-131
	Männer k.A.	366	<b>99 µg/l</b>	99 ± 12 µg/l	1	64-136

\*Mittelwert und zugehörige Standardabweichung \*\*95 %-Konfidenzintervall

Bei den Teilnehmenden ohne Selensupplementierung zeigt sich, dass die Serumkonzentration bei vegetarischer Ernährung (Männer und Frauen) ähnlich hoch ist wie in der Schweizer Bevölkerung. Einzig bei der Gruppe der Frauen mit veganer Ernährung ist der Median der Serumkonzentration mit 80 µg/l deutlich niedriger.

In den Gruppen mit Selensupplementierung liegen die Werte erwartungsgemäss bedeutend höher.

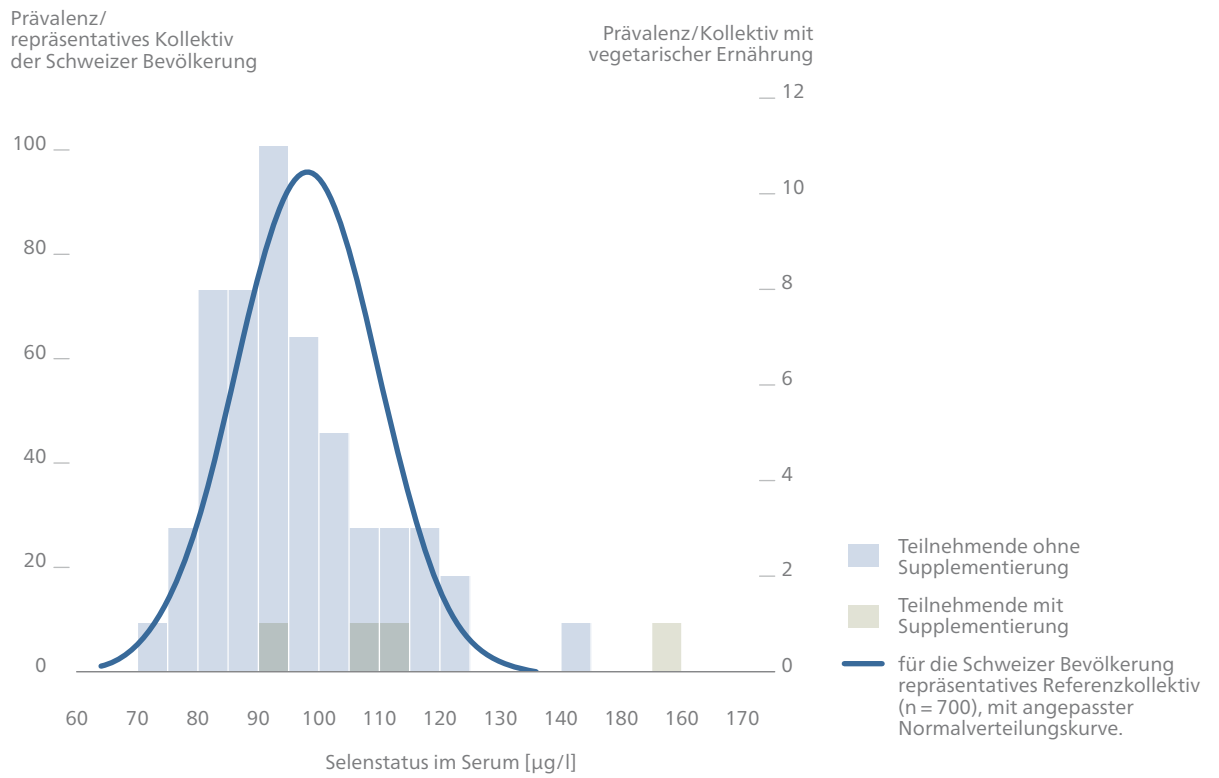
Die extremsten Werte werden in der Kategorie der Personen mit veganer Ernährung beobachtet: Der niedrigste Wert von 62 µg/l wurde bei Personen (Männer und Frauen) mit veganer Ernährung ohne Supplementierung gemessen, der höchste Wert von 163 µg/l in der Kategorie der Frauen mit veganer Ernährung und mit Supplementierung.

Aufschlussreich ist eine genauere Analyse der Verteilung dieser Werte im Vergleich zur Schweizer Bevölkerung [Abb. 2](#), [Abb. 3](#).

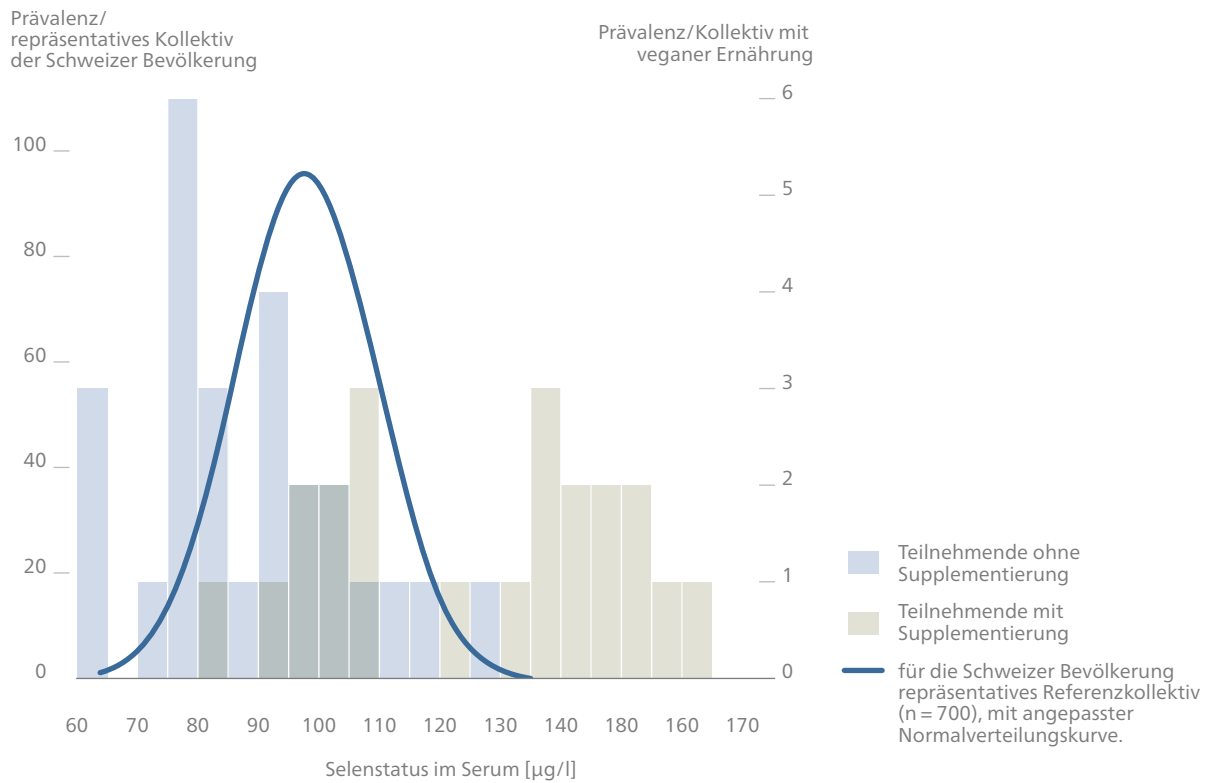
Das Histogramm des Kollektivs mit 59 Personen, welche sich vegetarisch ernähren [Abb. 2](#), ist asymmetrisch und im Vergleich zum Referenzkollektiv der Schweizer Bevölkerung leicht gegen niedrigere Werte verschoben. Es werden zwei Extremwerte beobachtet: bei einem Vegetarier mit Supplementierung (156 µg/l), und bei einer Vegetarierin ohne Supplementierung (142 µg/l).

Das Histogramm der veganen Teilnehmenden [Abb. 3](#) ist breiter gestreut. Dies kann teilweise mit der geringeren Anzahl von Teilnehmenden dieser Kategorie erklärt werden. Es gibt eine hohe Anzahl von Extremwerten (<70 µg/l und >140 µg/l) sowie eine Überlappung der Werte für Personen mit und ohne Supplementierung.

**Abbildung 2:** Histogramm der Selenkonzentrationen im Serum des Kollektivs von Personen mit vegetarischer Ernährung (n=59):



**Abbildung 3:** Histogramm der Selenkonzentrationen im Serum des Kollektivs von Personen mit veganer Ernährung (n=48):



## 4. Diskussion

### 4.1 Selenstatus der Schweizer Bevölkerung

Die beim Blutspenderkollektiv ermittelten Selenkonzentrationen im Serum stimmen mit den Werten aus früheren Studien überein und deuten darauf hin, dass die Zufuhr dieses Spurenelements über die Ernährung in der Schweiz in den vergangenen 25 Jahren stabil geblieben ist.

Die geschätzte Nährstoffzufuhr von  $67 \pm 13 \mu\text{g Se/Tag}$  für Frauen liegt nur geringfügig unter der empfohlenen Zufuhr von  $70 \mu\text{g Se/Tag}$ . Bei Männern entspricht die geschätzte Nährstoffzufuhr von  $70 \pm 12 \mu\text{g Se/Tag}$  genau dem Zielwert<sup>3, 37</sup>.

Gemäss der ergänzenden Methode eines Schwellenwerts für den geschätzten durchschnittlichen Bedarf (EAR cut-point method) ist heute in der Schweiz die Selenzufuhr bei weniger als 2 % der Männer und weniger als 5 % der Frauen unzureichend.

### 4.2 Auswirkungen einer vegetarischen und veganen Ernährung

Die gemessenen Selenkonzentrationen im Serum des Kollektivs, das für die vegetarische Bevölkerung repräsentativ ist, weisen auf einen ähnlichen Selenstatus wie bei der Schweizer Bevölkerung hin, auch ohne Supplementierung. Bei dem für die vegane Bevölkerung repräsentativen Kollektiv wurden die extremsten Serumkonzentrationen festgestellt. Es zeigt sich, dass die Ernährungsgewohnheiten selbst innerhalb einer Ernährungsform sehr unterschiedlich und vielfältig sein können.

Während die oberen Extremwerte nicht darauf hindeuten, dass die tolerierbare obere Aufnahmegrenze für Selen überschritten wird, die gemäss EFSA<sup>38</sup> bei  $255 \mu\text{g Se/Tag}$  liegt, lassen die niedrigeren Extremwerte vermuten, dass bei bestimmten Formen der veganen Ernährung ohne spezifische Nahrungsergänzung die empfohlene Nährstoffzufuhr nicht gewährleistet ist.

## 5. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie lassen auf eine ausreichende Selenversorgung der Schweizer Bevölkerung schliessen. Sie zeigen jedoch auch, dass eine vegane Ernährungsweise einen nicht zu unterschätzenden Einfluss

auf die Zufuhr von Selen hat. Gezielte Empfehlungen für Personen mit veganer Ernährung könnte ein mögliches Risiko eines Mangels verringern.

Die Entwicklungen und die Vielfalt der Ernährungsgewohnheiten haben einen erheblichen Einfluss. Aufgrund von Veränderungen der Warenströme, die von wirtschaftlichen, klimatischen und politischen Aspekten beeinflusst werden, kann die Selenzufuhr aus der Nahrung beträchtlich schwanken. Es ist deshalb wichtig, weiterhin solche Biomonitoring-Studien auf nationaler Ebene durchzuführen. Für ein möglichst genaues Bild der Situation ist es ebenfalls wichtig, in Kohortenstudien sowohl die verschiedenen Ernährungsformen als auch die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln zu berücksichtigen, wie die Unterschiede der Selenzufuhr je nach Ernährungsgewohnheiten zeigen.

—

## Céline Fragnière Rime

Bundesamt für Gesundheit (BAG), 3003 Bern

### Kontakt

Céline Fragnière Rime  
Bundesamt für Gesundheit (BAG)  
E-Mail: [celine.fragniererime@bag.admin.ch](mailto:celine.fragniererime@bag.admin.ch)

### Zitierweise

Fragnière Rime C (2023) Selen: Status der Schweizer Bevölkerung und Einfluss einer vegetarischen und veganen Ernährung. Schweizer Ernährungsbulletin. doi: 10.24444/blv-2023-0111

### Danksagung

Wir danken den Teams der beteiligten Blutspendezentren des Schweizerischen Roten Kreuzes für ihre Mitarbeit bei der Rekrutierung der Teilnehmenden, der Sammlung und Vorbereitung der Serumproben. Ein besonderer Dank geht an die Leitung und das Personal der Blutspendedienste Aargau-Solothurn, Neuchâtel-Jura, Svizzera italiana und Zürich für die wertvolle Mitarbeit an dieser Studie sowie an Blutspende SRK Schweiz für die Unterstützung.

Wir danken auch dem Team von Unisanté/CHUV für die wertvolle Zusammenarbeit bei der Rekrutierung der Teilnehmenden mit veganer oder vegetarischer Ernährung, beim Sammeln der Informationen für den FFQ und bei der Vorbereitung der Proben.

### Interessenkonflikt

Die Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Referenzen

- 1**  
Rayman MP. Selenium and human health. *Lancet*. (2012). doi:10.1016/S0140-6736(11)61452-9
- 2**  
Navarro-Alarcon M. et al. Selenium in food and the human body: A review. *Science of The Total Environment*. (2008). doi:10.1016/j.scitotenv.2008.06.024
- 3**  
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. Schweizer Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Available at: Schweizer Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (admin.ch). (Accessed: 30.03.2023)
- 4**  
Winkel LH. et al. Selenium cycling across soil-plant-atmosphere interfaces: a critical review. *Nutrients*. (2015). doi:10.3390/nu7064199
- 5**  
Silva Junior EC. et al. Natural variation of selenium in Brazil nuts and soils from the Amazon region. *Chemosphere* (2017). doi:10.1016/j.chemosphere.2017.08.158
- 6**  
Jenny-Burri J. et al. Estimation of selenium intake in Switzerland in relation to selected food groups. *Food Additives & Contaminants* (2010). doi:10.1080/19440049.2010.506603
- 7**  
Jenny-Burri J. et al. Eier – ein wichtiges Lebensmittel für die Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen. *Schweizer Ernährungsbulletin*. (2021). doi:10.24444/blv-2021-0111
- 8**  
Haldimann M. et al. Determination of selenium in the serum of healthy Swiss adults and correlation to dietary intake. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* (1996). doi:10.1016/S0946-672X(96)80006-X
- 9**  
Burri J. et al. Selenium status of the Swiss population: Assessment and change over a decade. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* (2008). doi:10.1016/j.jtemb.2007.11.002
- 10**  
Jones GD. et al. Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2017). doi:10.1073/pnas.1611576114
- 11**  
Bourgeois J. Gesundheitsrisiken wegen Selenmangel. Massnahmen. *Motion 18.3828*. (2018). Available at: 18.3828 | Gesundheitsrisiken wegen Selenmangel. Massnahmen | Geschäft | Das Schweizer Parlament (parlament.ch). (Accessed: 29.01.2023)
- 12**  
SwissVeg. Statistiken zu vegetarisch und vegan lebenden Menschen in der Schweiz 2022. Available at: Swissveg-Report-2022\_Anzahl-Vegetarier-Veganer-Schweiz. (Accessed: 29.01.2023)
- 13**  
Bundesamt für Gesundheit. Schweizer Gesundheitsstudie. Available at: <https://www.schweizer-gesundheitsstudie.ch>. (Accessed: 22.01.2023)
- 14**  
Bolea-Fernandez E. et al. Overcoming spectral overlap via inductively coupled plasma-tandem mass spectrometry (ICP-MS/MS). A tutorial review. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. (2017). doi:10.1039/C7JA00010C
- 15**  
Grindlay G. et al. A systematic study on the influence of carbon on the behavior of hard-to-ionize elements in inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. (2013). doi:10.1016/j.sab.2013.05.002
- 16**  
Haldimann M. et al. Besteht ein Risiko für Zinkmangel in der Schweiz? *Schweizer Ernährungsbulletin*. (2023). doi:10.24444/blv-2023-0111
- 17**  
Jaus A. et al. Biomonitoring of ochratoxin A, 2'R-ochratoxin A and citrinin in human blood serum from Switzerland. *Mycotoxin Research*. (2022). doi:10.1007/s12550-022-00456-0
- 18**  
Combs GF, Jr. Biomarkers of selenium status. *Nutrients*. (2015). doi:10.3390/nu7042209
- 19**  
Arnaud J. et al. Serum selenium determinants in French adults: the SU.VI.M.AX study. *British Journal of Nutrition* (2006). doi: 10.1079/BJN20051528
- 20**  
Burk RF et al. Effects of chemical form of selenium on plasma biomarkers in a high-dose human supplementation trial. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* (2006). doi:10.1158/1055-9965.epi-05-0950
- 21**  
Combs GF, Jr. et al. Determinants of selenium status in healthy adults. *Nutrition Journal* (2011). doi:10.1186/1475-2891-10-75
- 22**  
Galan P. et al. Serum concentrations of beta-carotene, vitamins C and E, zinc and selenium are influenced by sex, age, diet, smoking status, alcohol consumption and corpulence in a general French adult population. *European Journal of Clinical Nutrition* (2005). doi:10.1038/sj.ejcn.1602230
- 23**  
Jennings A. et al. Changing from a Western to a Mediterranean-style diet does not affect iron or selenium status: results of the New Dietary Strategies Addressing the Specific Needs of the Elderly Population for Healthy Aging in Europe (NU-AGE) 1-year randomized clinical trial in elderly Europeans. *The American Journal of Clinical Nutrition* (2020). doi:10.1093/ajcn/nqz243
- 24**  
Koch W. et al. Contribution of Major Groups of Food Products to the Daily Intake of Selected Elements-Results from Analytical Determinations Supported by Chemometric Analysis. *Nutrients*. (2020). doi:10.3390/nu12113412
- 25**  
Lombardi-Boccia G. et al. Total-diet study: dietary intakes of macro elements and trace elements in Italy. *British Journal of Nutrition* (2003). doi: 10.1079/bjn2003997
- 26**  
Lopes PA. et al. Trace element status (Se, Cu, Zn) in healthy Portuguese subjects of Lisbon population: a reference study. *Biological Trace Element Research* (2004). doi:10.1385/BTER:101:1:01
- 27**  
Millán Adame E. et al. Deficient selenium status of a healthy adult Spanish population. *Nutricion Hospitalaria*. (2012). doi:10.1590/s0212-16112012000200026
- 28**  
Müller SM. et al. Functional Biomarkers for the Selenium Status in a Human Nutritional Intervention Study. *Nutrients*. (2020). doi:10.3390/nu12030676
- 29**  
Owji N. et al. Serum Selenium Levels in Patients With Graves Disease With or Without Thyroid Ophthalmopathy. *Endocrine Practice* (2022). doi:10.1016/j.eprac.2022.09.001
- 30**  
Pavlovic Z. et al. Impact of Selenium Addition to Animal Feeds on Human Selenium Status in Serbia. *Nutrients*. (2018). doi:10.3390/nu10020225
- 31**  
Pograjc L. et al. Impact of intensive physical activity on selenium status. *Biological Trace Element Research* (2012). doi:10.1007/s12011-011-9204-9
- 32**  
Safaralizadeh R. et al. Serum concentration of selenium in healthy individuals living in Tehran. *Nutrition Journal* (2005). doi:10.1186/1475-2891-4-32
- 33**  
Socha K. et al. Dietary habits and selenium, glutathione peroxidase and total antioxidant status in the serum of patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. *Nutrition Journal* (2014). doi:10.1186/1475-2891-13-62
- 34**  
Stoffaneller R. et al. A review of dietary selenium intake and selenium status in Europe and the Middle East. *Nutrients*. (2015). doi:10.3390/nu7031494
- 35**  
Sunde RA. et al. Longitudinal selenium status in healthy British adults: assessment using biochemical and molecular biomarkers. *British Journal of Nutrition* (2008). doi:10.1017/s0007114508006831

36

Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington (DC): *The National Academies Press*. (2000). Available at: Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids | The National Academies Press. doi:10.17226/9810

37

EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for selenium. *EFSA Journal*. (2014). Available at: Scientific Opinion on Dietary Reference Values for selenium | EFSA (europa.eu). doi:10.2903/j.efsa.2014.3846

38

EFSA Panel on Nutrition (NF). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level for selenium. *EFSA Journal*. (2023). Available at: Scientific opinion on the tolerable upper intake level for selenium | EFSA (europa.eu). doi:10.2903/j.efsa.2023.7704

#### Impressum

Schweizer Ernährungsbulletin

Herausgeber:

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit  
und Veterinärwesen BLV

Schwarzenburgstrasse 155

3003 Bern

Koordination:

Judith Jenny-Burri

Layout/Illustrationen:

lesgraphistes.ch

DOI: 10.24444/blv-2023-0111